

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

Ministère de l'enseignement supérieur

et de la recherche scientifique

Université Chadli Bendjedid

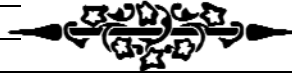
El Tarf



جامعة الشاذلي بن جديد
UNIVERSITE CHADLI BENDJEDID

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
جامعة الشاذلي بن جديد
الطارف

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie
Département des sciences Vétérinaires



كلية علوم الطبيعة والحياة
قسم العلوم البيطرية

Projet de Fin d'Études

Présenté en vue de l'obtention du diplôme de Docteur Vétérinaire

DIAGNOSTIC ECHOGRAPHIQUE DE GESTATION ET SEXAGE PRECOCE CHEZ LA VACHE LAITIERE

Soutenu le : ...04...../...07..../2017

Présenté Par

CHALGHOUM SAIDA 16-10-1992 Annaba

BOUDIB AMEL 31-07-1990 Azzaba

Président : Dr.SAHI SAMAH M A A Université Chadli Bendjedid

Examinatrice :Dr. ZENKI RADOUENE A A Université Chadli Bendjedid

Promoteur : Dr.ZEROUAL FAYCAL M.C.B Université Chadli Bendjedid

Année universitaire 2016 - 2017

Université Chadli Bendjedid d'El Tarf. BP : 73, El Tarf 36000 Algérie الجزائر 36000 الطارف -36000

الهاتف : +213 38 60 18 93 :+213 38 60 14 17 Fax : +213 38 60 09 43 Téléphone :

<http://www.univ-eltarf.dz>

Remerciements :

Avant tout nous remercions dieu le tout puissant qui nous a donnés la volonté, le courage, la force et la patience pour réaliser ce modeste travail.

Nous adressons notre remerciement particulier à nos parents pour leurs soutiens et aide durant toute notre vie.

*Nous exprimons notre grande gratitude et notre respect à nos promoteur **Dr. ZEROUAL FAYCAL**, qui nous a guidé dans l'élaboration de notre travail, et pour sa grande disponibilité et ses précieux conseils,
Sincères remerciements.*

*A **M^{me} SAHI SAMAH** ...qui nous a fait l'honneur d'accepter la présidence de notre jury ;
Hommages respectueux.*

*A **M^r Dr. ZENKI RADOUENE** ... pour avoir accepté d'être membre du jury et examinateur de ce travail.*

Nous exprimons nos sincères gratitude à tous ceux qui ont contribué à finaliser ce travail... pour leurs encouragement ; surtout les membres de l'unité d'élevage bovine du Bouchegouf.

Dédicace :

Je dédie ce modeste travail, aux êtres les plus chers que j'ai connu qui resterons vivant dans mon cœur pour toujours qui ont toujours guidé mes pas qui continuent et continueront toujours à le faire.

Chelghoum M ed tahar, Hadad djenet qui attendaient avec impatience ce grand Mes parents : moment. Vous avez toujours su me donner le meilleur exemple du travail, du courage, de la persévérance et de la rigueur. Merci de tout cœur je vous aime

*A ma chère sœur **Zina** que ta vie soit heureuse.*

*Tous mes frères **Walid, Aymen, Rida** et merci à toute famille, à tous mes amis, à toutes les personnes qui ont contribué de près ou loin à la réalisation de ce travail.*

SAIDA

LISTE DES ABREVIATIONS

LH : hormone lutéinisante

HZ : Hertz

MHZ : Mégahertz

KHZ : Kilohertz

US : Ultrasonore

TGC : Time gain conponsation

TM : Time motion

IA : Insémination artificielle

J : jour

% : pour cent

mm : millimètre

cm : centimètre

m/sec : mètre par seconde

mW : milliwatt

LISTES DES FIGURES :

Partie bibliographique :

Figure 1 : stades de développement embryonnaire. Internet.

Figure 2 : Sonde sectorielle (Décante, 1990).

Figure 3 : Sonde linéaire (Décante, 1990).

Partie expérimentale :

(Figure 1) : Echographe vétérinaire wed 3000.

(Figure 2) : boit d'gants de fouille rectale.

(Figure 3) : gel à ultrasons.

(Figure 4) : la sonde linéaire.

(Figure 5) : dégager la matière fécale.

(Figure 6) : introduire la sonde.

(Figure 7) : image échographique.

(Figure 8) : (F) fœtus, (CT) cotylédons.

(Figure 9) : (F) fœtus, (PB) planché de bassin.

(Figure 10) : (q) : la queue, (T) : tubercule génitale femelle.

(Figure 11) : (PA) : paroi amniotique, (LA) : liquide amniotique, (AL) allantoïde.

(Figure 12) : le cordon ombilical.

(Figure13) : la tête*(Cr) crane, (Go) globe oculaire, (Minf) mâchoire inferieur, (E) encolleur*.

(Figure 14) : Partie de fœtus : (C) cou, (CV) colonne vertébrale, (CT) cage thoracique.

(Figure 15) : cotylédons.

(Figure16) : caillette.

(Figure 17) : cordon ombilicale

LISTS DES TABLEAUX

<i>ETUDE THEORIQUE</i>		
<i>N°</i>	<i>TITRE</i>	<i>PAGE</i>
<i>1</i>	Chronologie du développement embryonnaire	<i>5</i>
<i>2</i>	Caractères du fœtus aux différents âges de la vie intra-utérine	<i>7</i>
<i>ETUDE PRATIQUE</i>		
<i>3</i>	Dates des inséminations et de l'examen échographique des 07 vaches examinées	<i>37</i>
<i>4</i>	Résultats du Diagnostic Echographique	<i>37</i>

SOMMAIRE

Introduction :	1
Premier partie :étude bibliographique :	
1. La gestation :	3
I. Définition :	3
II. Le développement embryonnaire :	3
2. L'échographe :	8
I. Définition :	8
II. Principe de base de l'échographie :	8
1. L'onde acoustique :	8
1) La vitesse de propagation :	8
2) La fréquence de vibration :	8
3) La longueur d'onde :	9
4) L'intensité absolue du son :	9
2. Production des ultrasons :	9
3. Les types de sonde :	10
a) Les sondes à balayage mécanique :	10
b) Les sondes à balayage électronique :	11
3.1. Propriétés des sondes linéaires :	12
3.2. Propriétés des sondes sectorielles :	12
4. Interaction des ultrasons avec la matière :	12
a) La réflexion :	13
b) La réfraction :	14
c) La diffusion :	14
d) L'absorption :	15
5. Caractéristiques du faisceau ultrasonore :	15
6. Les modes échographiques :	16
a) Mode A :	16

b) Mode B :.....	16
c) Mode M :.....	16
7. L'écho structure tissulaire :.....	17
8. Les artéfacts acoustiques :.....	18
9. Effets biologique des ultrasons :.....	19
10. Réglage de l'appareil et manipulation de la sonde :.....	20
a) L'animal :.....	20
b) L'écran de l'échographe :.....	20
c) La sonde :.....	21
III. Méthodologie de l'examen échographique :.....	21
IV. Images de gestation précoce :.....	24
V. Caractéristiques échographiques générales de l'embryon :.....	25
VI. Détermination du sexe fœtal :.....	25
1. Rappel d'embryologie :.....	25
2. Principes du sexage par échographie :.....	26
Deuxième partie : étude expérimental :	
Introduction :.....	28
I. Régions d'étude :.....	28
II. Matérielle et méthodes :.....	28
III. Résultats :.....	37
IV. Discussions :.....	38
1) Vache 1:.....	38
2) Vache 2 :.....	38
3) Vache 3 :.....	38
4) Vache 4 :.....	38
5) Vache 5 :.....	38
6) Vache 6 :.....	39
7) Vache 7 :.....	39

Conclusion :.....

Résume :.....

Abstract :.....

ملخص :.....

Références bibliographiques :.....

Introduction :

L'imagerie médicale revêt une grande importance économique, il est intéressant de pouvoir dépister une gestation aussi tôt que possible, puisque cette dernière est pour ainsi dire le «ticket d'entrée» à la lactation suivante. (Jutta Berger/2014).donc obligent les éleveurs à optimiser le potentiel de production de leur troupeau par une réduction de l'intervalle entre vêlages et l'identification précoce des femelles non gestantes , A ce titre et parmi d'autres, la dynamique folliculaire et le diagnostic de gestation sont des activités essentielles dans une approche préventive du suivi de reproduction. Chez la vache, L'échographie est un examen complémentaire de la palpation transrectale qui présente les avantages de permettre avec une grande exactitude, de visualiser les organites ovariennes, d'évaluer le stade physiologique de l'utérus, d'identifier et localiser des anomalies, dénombrement des fœtus et enfin de permettre la visualisation des images échographiques par l'éleveur. La précision apportée par l'échographie est un atout permettant de gagner la confiance de l'éleveur. De plus, c'est une technique rapide, fiable, répétable, non invasive et surtout très bien tolérée par l'animal. (W. PITALA et al. / *Int. J. Biol. Chem. Sci.* 6(5) : 2055-2065, 2012).

Ainsi, l'échographie bovine est devenue un outil de gestion de la reproduction et est utilisée à trois niveaux d'activités :

- Dans les programmes de recherche par les physiologistes ou les cliniciens spécialisés en reproduction.
- pendant la sélection, la préparation et la surveillance des vaches donneuses et receveuses dans les programmes de transfert, le sexage d'embryons et pour la récolte d'ovocytes
- en pratique quotidienne comme technique de diagnostic, notamment pour détecter les métrites post-partum, pour observer l'activité des follicules et des corps jaunes normaux ou pathologiques sur les ovaires et pour le diagnostic de gestation.

Comparativement aux protocoles de dosage de la progestérone et de la LH, l'échographie présente l'avantage de donner sans délai des informations sur l'état physiologique des ovaires, de fournir une estimation correcte du nombre des follicules impliqués dans la croissance pré-ovulatoire et de pouvoir estimer le nombre de corps jaunes, synonyme du nombre d'ovulations. Permet aussi l'identification et la confirmation des structures ovariennes pathologiques (kyste ovarien) Et un meilleur suivi de la vague folliculaire est ainsi envisageable. Elle permet chez la vache une observation directe du produit de conception.

Cette synthèse vise à présenter les résultats issus des applications pratiques de l'échographie dans la caractérisation de la croissance folliculaire terminale au cours de cycles stimulés, dans le diagnostic, et le suivi de gestation.

Cette méthode applicable en pratique dès 30^{ème} jours de gestation et fiable car il permet de dépister en moyen 90% et 80% des animaux gestants ou non gestants respectivement avec un degré d'exactitude de 87%.(WOLFGANG KAHN.2001).

PREMIERE PARTIE :
ETUDE BIBLIOGRAPHIQUE

Chapitre 1

La gestation

1. LA GESTATION :

I. Définition :

La gestation, que l'on désigne encore sous les noms de portée ou de grossesse selon les circonstances, est l'état d'une femelle qui a conçu. Elle commence immédiatement après la fécondation (la rencontre entre le spermatozoïde et l'ovule) et se termine par la parturition ou la mise-bas. et la durée chez la vache 280 jour. (A.-J. LANARÈS. le 23 juillet 1870).

II. Le développement embryonnaire :

La fécondation marque le début de la période embryonnaire caractérisée, avant que ne débute l'implantation, par une succession de divisions cellulaires et l'apparition des premières différenciations qui vont conduire au stade blastocyste : stade auquel l'implantation a lieu.

Le zygote arrive à la jonction tubo-utérine 24-48 h après la fécondation, il est alors généralement au stade de 8 blastomères. Au quatrième jour qui suit la fécondation, il est au stade morula et environ 6 jours après la fécondation, c'est un blastocyste typique sphéroïde de 0.20 mm de diamètre. Le stade dit blastocyste est défini par la présence d'une cavité centrale, le blastocèle, complètement entouré par une assise cellulaire appelée trophoctoderme ou trophoblaste et un petit groupe de cellules situé sous le trophoctoderme (masse cellulaire interne ou disque embryonnaire). Le trophoblaste formé d'une seule couche de cellules très minces et à noyau petit est étroitement appliqué contre la membrane vitelline et la zone pellucide commence à s'amincir.

Au 9^{ème} jour après la fécondation, la membrane vitelline disparaît, le blastocyste perd sa forme sphéroïde ; il mesure environ 0.40 mm sur 0.25 mm. Au 11^{ème} jour, il est long de 2 à 3 mm et le disque embryonnaire est constitué.

Dès lors, la croissance est d'une extraordinaire rapidité et les parties extra-embryonnaires s'allongent de façon considérable. Pendant toute cette période qui précède l'implantation, le blastocyste envahit la cavité utérine. Encore logé dans l'extrémité ovarienne de la corne vers le 10^{ème} jour, il occupe les deux tiers de la longueur de celle-ci vers le 16^{ème} jour et sa totalité vers le 18^{ème} jour où il atteint une quarantaine de centimètres. Au début de la

4^{ème} semaine, il a envahi la cavité du corps utérin et quelques jours après, son extrémité atteint la jonction tubo-utérine de la corne opposée.

C'est alors un très long cordon creux dont la longueur dépasse 1 mètre. Il est pourvu vers son milieu, situé à la base de la corne gravide, d'un renflement ovalaire d'une vingtaine de mm de longueur correspondant à l'amnios, où est logé l'embryon.

Dès le 18^{ème} jour commence à se manifester une dégénérescence des extrémités du conceptus qui se nécrosent. Ce processus s'amplifie et raccourcit rapidement le conceptus vers la fin de la 4^{ème} semaine. Il s'arrête vers le 35^{ème} jour en regard des extrémités de l'allantoïde.

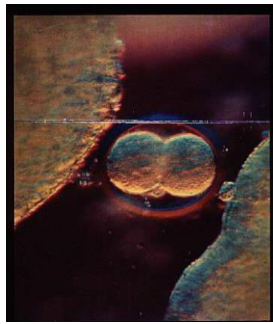
C'est au 30^{ème} jour qu'apparaissent les premières ébauches de villosités placentaires.

Très vite, elles couvrent de façon diffuse la totalité du chorion, mais dès le 33^{ème} jour, les bouquets de villosités situés en regard des caroncules utérines deviennent plus importants, s'engrènent dans les cryptes des caroncules et ébauchent les cotylédons. (JP Renard, Y Heyman 1991).

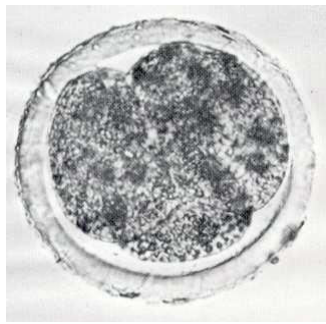
Tableau 1 : Chronologie du développement embryonnaire. (TAINTURIE D.al.1988).

Jour	Heures	Evènements	Taille

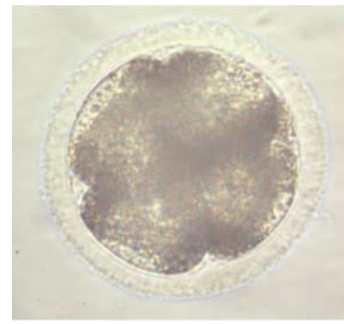
0	0	Début des chaleurs	
0	7	Libération de LH	
0	15	Insémination	
1	30	Ovulation	160
1	35	Fécondation	
2	50	Stade deux cellules	160
2	55	Stade 4 cellules	160
3	75	Stade 8 cellules	
4	100	Stade 16-32 cellules	
5	120	Passage de l'embryon dans l'utérus	
6	130	Stade 30-64 cellules (morula)	
7	150	Stade jeune blastocyste	140-170
8	200	Stade blastocyste	170-210
10		Sortie de pellucide	150-350
11		Début de la phase d'élongation	150 à 3 cm
22		Premiers accolements concepteurs-endomètre	
35		Implantation	
40-50		Fin de l'organogénèse	



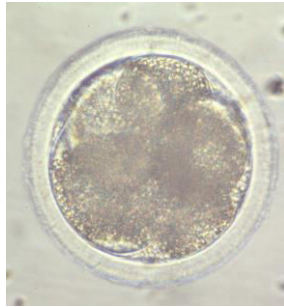
a) Embryon stade deux blastomères



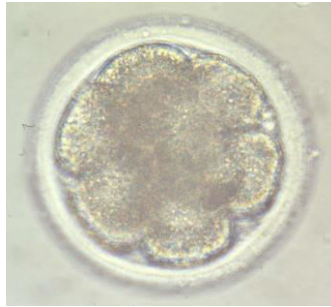
b) Embryon stade de trois blastomères.J2



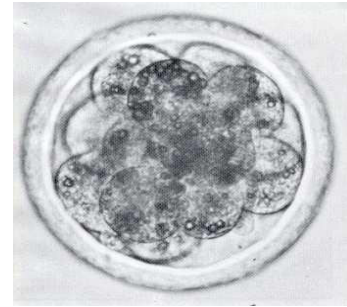
c) Embryon stade 4 blastomères



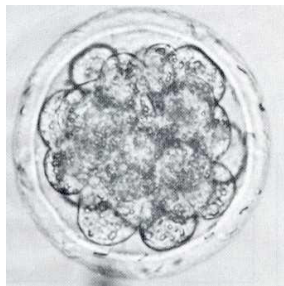
d) Embryon stade 6 blastomères



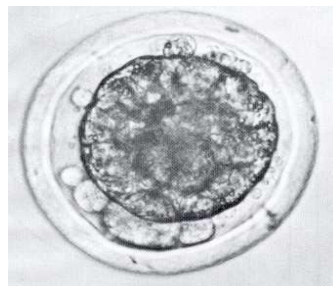
e) Embryon stade 8 blastomères.J3



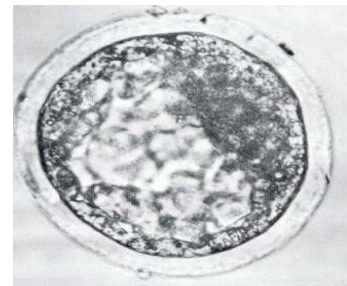
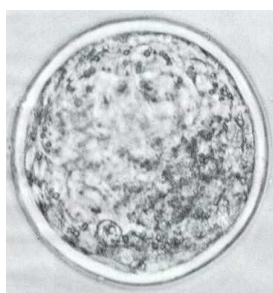
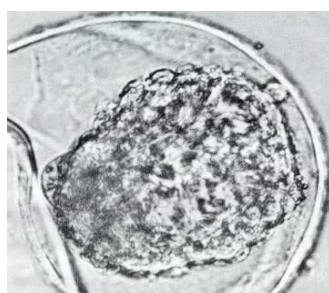
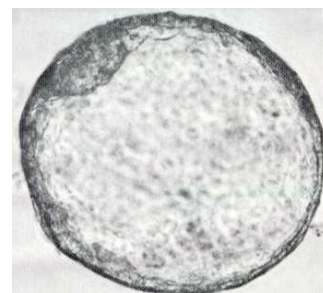
f) Embryon stade seize blastomères.J4



g) Embryon stade 40 blastomères.J5



h) Embryon stade 80 blastomères

i) Embryon stade jeune blastocyste Formation
du blastocœle Amincissement de la pellucide.J6j) Embryon stade blastocyste
Agrandissement du blastocœle
Poursuite de l'amincissement
De la Pellucide.J7k) Embryon stade blastocyste Rupture
de la pellucide.J8l) Embryon blastocyste libéré de son pellucide
début de migration de l'endoderme.J9**Figure 1 : stades de développement embryonnaire. Internet.**

La durée moyenne de la gestation est d'environ 9 mois et demi (275-290 jours chez la vache). L'embryon se délimite vers 18 jours et les premiers somites se forment vers le 19^{ème} jour. A cette date, l'embryon est long de 3-4 mm, la fermeture du tube neural est déjà commencée. Le cœur commence à battre.

A 22 jours, se forment les vésicules optiques. Le 24^{ème} jour, se montrent les bourgeons des membres thoraciques, et le lendemain, ceux des membres pelviens. A 26 jours, l'embryon très fortement incurvé sur lui-même mesure 8-9 mm de long. Vers 30 jours, la longueur de l'embryon atteint 12 mm, les yeux sont saillants et dépourvus de paupières. Vers 35 jours, la longueur directe atteint 14-15 mm, l'œil est bordé de minces replis qui annoncent la formation des paupières. Le cou est nettement développé. Les doigts sont bien reconnaissables aux 4 membres. La période fœtale commence dans les jours suivants. . (JP Renard, Y Heyman 1991).

Tableau 2 : Caractères du fœtus aux différents âges de la vie intra-utérine. (TAINTURIE D.al.1988).

Age (mois)	Caractères anatomiques	Langueur
1	Apparition des membranes	10mm
2	Fermeture de la fente sternale Formation de la voute palatine Division des doigts	5cm
3	Compartiments gastriques distincts	14cm
4	Sabot jaune et opaque	24cm
5	Taches brune aux ongles Descentes des testicules	35cm
6	Cils	46cm
7	Crins à la queue Poile dans quelque région (phalange, coude, nuque)	60cm
8	Poiles (dos et oreilles)	63-75cm
9	Caractères du nouveau-né	80cm

Chapitre 2

l'échographie

2. L'ECHOGRAPHIE :

I. Définition :

L'appareil à échographie quant à lui permet d'obtenir des images en continu, un peu comme un film, d'une partie du corps balayée par la sonde échographique, c'est pourquoi nous comparons souvent notre appareil portable à une petite télévision. Cet appareil envoie des ultrasons qui interagissent avec les tissus et c'est la réflexion de ces mêmes ondes captées par l'ordinateur de l'appareil qui permet la création des images. Différentes sondes échographiques sont utilisées dépendamment de la profondeur et de l'étendue des structures que l'on veut visualiser.(ECKINOX MÉDIA-2016).

II. Principes de base de l'échographie :

II.1 L'onde acoustique :

Le son résulte de la vibration des particules d'un milieu autour de leur position d'équilibre. La transmission de ce mouvement d'une particule à l'autre engendre l'apparition d'un mouvement ondulatoire ou onde. L'onde acoustique se caractérise notamment par sa vitesse de propagation et sa fréquence de vibration.

1) **La vitesse de propagation** exprime la rapidité avec laquelle s'opère la transmission du changement de la position d'équilibre d'une particule à sa voisine. Elle dépend notamment de la densité et de la rigidité de compression du milieu traversé. Ainsi, le son se propage plus vite dans les os (**2700-4100 m/sec**) que dans l'eau (**1480 m/sec**), les tissus biologiques (**tissus mous, muscles : 1460 à 1630m/sec**) ou l'air (**330m/sec**). La vitesse de propagation est indépendante de la fréquence de l'ultrason.

2) **La fréquence de vibration** exprime le nombre de fois qu'une particule se déplace et revient à sa position d'équilibre (période ou cycle) dans un temps donné. Cette fréquence s'exprime en **Hertz: 1 Hertz (Hz) est égal à 1 cycle par seconde ; 1**

Mégahertz (MHz) est égal à 1.000.000 cycles par seconde. On peut ainsi distinguer les infrasons (**0 - 20 Hz**), les sons (**20 - 20000 Hz**) et les ultrasons (**>20KHz**).

L'échographie utilise des ondes d'une fréquence comprise entre **2 et 10 MHz**, en médecine vétérinaire les sondes de **3,5 MHz, 5 MHz et 7,5 MHz** sont majoritairement utilisées. La pénétrance d'une sonde de **7,5 MHz** n'est que de **4 à 5 cm**, seules les structures proches de la sonde peuvent donc être examinées précisément (follicules, corps jaune, petits embryons). Une sonde de **5 MHz** a une pénétrance de **8 à 10 cm**, permettant de visualiser les ovaires, l'utérus et les éléments structuraux de début de gestation. La pénétrance de la sonde de **3,5 MHz** est de **12 à 15 cm**, elle permet d'examiner des gestations plus avancées et les états pathologiques de l'utérus tel que le pyromètre.

Lorsque la fréquence diminue, la pénétrance devient plus importante mais la résolution diminue, c'est-à-dire que pour distinguer deux structures, il faut que leur distance soit accrue.

3) **La longueur d'onde** représente la plus courte distance séparant deux particules vibrant en phase dans le milieu traversé par l'onde acoustique. Pour une fréquence donnée elle dépend étroitement du milieu traversé. Plus courte est la longueur d'onde et meilleure sera l'image échographique.

4) **L'intensité absolue du son** s'exprime en **Watts par mètre carré**. Elle représente une puissance par unité de surface ou plus explicitement, une quantité d'énergie traversant une unité de surface par unité de temps. En ce qui concerne l'unité de mesure des **US**, il est plus facile d'utiliser des **Watts par centimètre carré**. L'intensité relative d'un son se mesure en décibel. Il s'agit du logarithme en base 10 du rapport des intensités relatives de deux faisceaux sonores :

$$dB = 10 \times \log 10 R2 / R1. \text{ (Prof.ch.Hanzen2013-2014).}$$

II.2 Production des ultrasons :

Un échographe est constitué de plusieurs parties : un premier ensemble est constitué d'un générateur, d'un amplificateur, d'un convertisseur et d'un écran. La sonde échographique est reliée à cet ensemble par un câble. Le générateur envoie des impulsions

électriques à la sonde via le câble (1). Ce dernier transmet à l'amplificateur les impulsions électriques reçues de la sonde (2). L'amplificateur envoie à un convertisseur ces impulsions (3). Ce dernier envoie les impulsions converties à l'écran (4).

L'échographie est basée sur l'effet piézo-électrique. L'application d'une différence de potentiel alternative entre les deux faces d'un matériau tel que des cristaux de quartz ou de tourmaline ou encore des céramiques de zirconate de plomb et de titane entraîne la déformation et l'apparition d'US ou de sons selon la fréquence de vibration du cristal utilisé : c'est l'émission de l'onde sonore ou ultrasonore. Rencontrant l'interface de deux milieux, cette onde est réfléchiée : elle constitue un écho.

L'ébranlement du cristal ou de la céramique par cet écho engendre une différence de potentiel entre les deux faces du cristal. La détection de cette énergie acoustique constitue la réception. Un même cristal peut donc fonctionner comme émetteur et comme récepteur d'ultrasons. Il est aussi appelé transducteur piézo-électrique.

Une sonde ultrasonore se compose essentiellement d'un élément piézo-électrique (quartz ou céramique), d'une substance amortissante des US émis, d'une couche dite quart d'onde ayant un rôle d'adaptateur d'impédance destinée à assurer une transmission optimale des ultrasons entre le cristal et le milieu extérieur et d'électrodes ou bobine génératrice d'un champ électrique. L'adaptation d'impédance est encore améliorée par l'utilisation d'un gel de contact appliqué entre le transducteur et la région explorée.(Prof. ch. Hanzen2013-2014).

II.3 Les types de sonde :

Différentes sondes, de fonctionnement et de forme variables, sont à la disposition du praticien :

- a) **Les sondes à balayage mécanique :** sont constituées d'éléments piézo-électriques (uniques ou groupés), soit oscillants (élément unique), soit en rotation autour d'un axe (éléments uniques ou groupés). Ces sondes présentent le double avantage d'être bon marché et d'offrir une bonne qualité d'image. Le balayage est **de type sectoriel** et donne une image en coupe en forme de secteur.(figure 2).

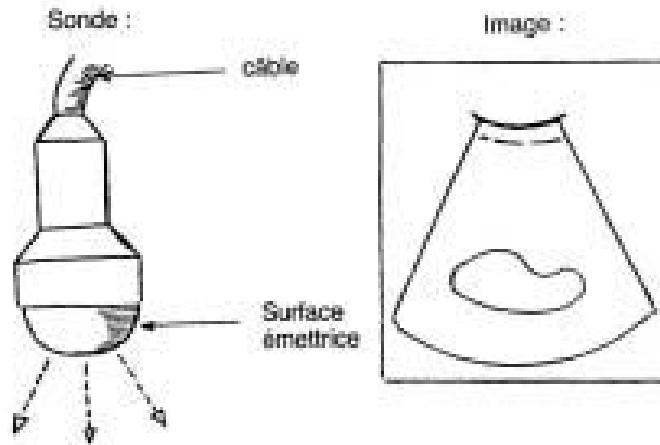


Figure 2 :Sonde sectorielle (Décante, 1990)

b) **les sondes à balayage électronique** :sont constituées d'un seul élément piézo-électrique, découpé en de multiples sous-unités. Dans la sonde « barrette », l'élément piézo-électrique est découpé en petits éléments rectangulaires qui sont assemblés pour former un **réseau linéaire**. La forme de l'image obtenue est rectangulaire.(figure 3).

L'essentiel de la littérature décrit des échographes équipés de sondes linéaires, quelques publications font toutefois référence à l'emploi de sonde sectorielle en gynécologie bovine (Pieterse *et al.* 1988 ; Hughes et Davies, 1989 ; Kähn, 1989 ; Vos *et al.* 1990 ; Kot *et al.* 1999).

En fait, contrairement à l'affirmation de Décante (Décante, 1990), les deux types d'appareils sont utilisables chez les bovins. Finalement, en clientèle vétérinaire mais aussi dans les programmes de recherche, le choix de l'échographe doit être raisonné en fonction des applications envisagées. (Eve, Marie BOIN Née le 24 mai 1975 à Bourges (18)).

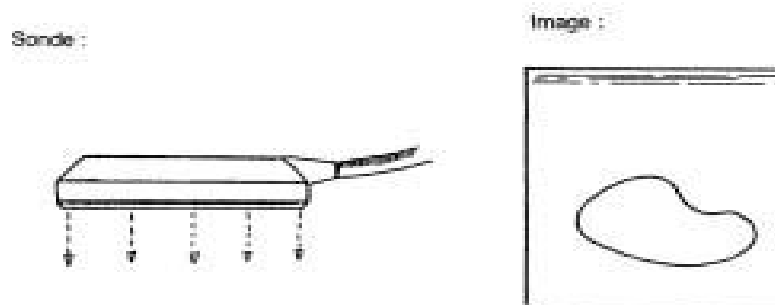


Figure 3: Sonde linéaire (Décante, 1990)

II. 3.1 Propriétés des sondes linéaires :

Ce type de sonde présente de nombreux avantages :

- l'apprentissage de la manipulation et de la représentation dans l'espace du plan de coupe est rapide.
- le plan de coupe étant constitué de lignes d'échos réfléchis toutes parallèles entre elles, la résolution latérale est bonne et constante sur toute la profondeur du champ examiné.
- il est possible de visualiser des structures de plusieurs centimètres même à proximité immédiate de la surface de la sonde, situation fréquente en gynécologie bovine.

Ce matériel est cependant idéal pour les vétérinaires l'utilisant en gynécologie bovine.(Eve, Marie BOIN Née le 24 mai 1975 à Bourges (18)).

II.3.2 Propriétés des sondes sectorielles :

Le principal avantage de ce type de sonde est sa polyvalence. Cependant, les lignes d'échos réfléchis n'étant pas parallèles, la résolution latérale change en fonction de la profondeur d'exploration. Par ailleurs, les structures de grandes dimensions sont de visualisation plus difficile à proximité de la sonde.

Enfin, l'apprentissage de la matérialisation du plan de coupe est plus délicat. Ce matériel sera donc choisi lorsque l'échographie est pratiquée chez plusieurs espèces, les vétérinaires ayant une activité mixte réelle sont donc concernés (Mialot *et al.*1991). (Eve, Marie BOIN Née le 24 mai 1975 à Bourges (18)).

II.4 Interaction des ultrasons avec la matière :

Divers processus appelés **réflexion**, **réfraction**, **diffusion** et **absorption** sont à l'origine non seulement (1) des échos générés par les ultrasons mais également (2) de leur atténuation partielle ou totale au cours de leur propagation. Cette atténuation est directement proportionnelle à la fréquence de la sonde. Concrètement cela signifie que le champ ultrasonore généré par une sonde de **7 MHz** sera plus vite atténué que celui provenant d'une

sonde de **3 MHz**. Il en résulte une profondeur d'exploration moindre. Ainsi les profondeurs d'exploration sont-elles respectivement comprises entre 0 à 20 cm, 0 à 12 cm et 0 à 7 cm pour des sondes de **3 ; 5 et 7 MHz**.

L'atténuation dépend également de la nature du tissu. Elle est minimale dans l'eau. Elle est respectivement 40 et 20 fois plus importante dans les poumons et dans l'os que dans le foie.

L'impédance acoustique représente le degré de « résistance » manifesté par le tissu aux US qui le traversent. Elle est fonction de la masse volumique du milieu et de la vitesse de propagation de l'onde dans ce milieu. La nature et l'importance des interactions des ultrasons dépendent du degré de différence d'impédance acoustique manifesté par les tissus traversés. La zone séparant deux tissus de densité acoustique différente s'appelle interface. Elles sont essentielles pour identifier le contour des structures explorées et donc pour en réaliser la mesure. (Prof. Ch. Hanzen2013-2014).

a) La réflexion :

Lorsque le faisceau ultrasonore rencontre au cours de sa propagation un tissu de densité différente de celle du milieu dans lequel il se trouve La réflexion peut être partiel ou totale.

Si la différence d'impédance est faible, la réflexion n'est pas totale et une partie de l'onde incidente sera réfractée et transmise au milieu sous-jacent ou elle donnera lieu à de nouvelles réflexions. On observe qu'au fur et à mesure de sa propagation, le faisceau perd de son énergie. Cette atténuation est due d'une part à l'absorption de l'onde qui se dissipe sous forme de chaleur et d'autre part aux réflexions spéculaires et non spéculaires. Aussi, on doit augmenter l'ajustement du gain sur l'appareil pour mieux visualiser les images provenant des structures situées plus loin de la sonde. Ce bouton de gain sert à amplifier les ondes reçues permettant ainsi de mieux visualiser les structures faiblement échogènes ou situées en profondeur. Le système TGC (Time Gain Compensation) amplifie les échos selon le temps de transmission c'est-à-dire en fait selon la profondeur de l'organe cible qui leur a donné naissance. Les gains totale, proximal et distal permettent d'augmenter la qualité de la réception des échos provenant de l'ensemble de la zone explorée, de sa partie superficielle ou de sa partie profonde.

La réflexion et donc l'écho sera d'autant plus importante que les impédances acoustiques des deux milieux constituant l'interface sont différentes. La réflexion sonore devient quasi-totale. Par exemple, une interface entre les tissus mous et l'air ou entre les tissus mous et l'os présente une grande différence d'impédance acoustique réfléchissant la presque totalité de

l'ultrason. Il se crée ainsi une barrière à la transmission plus en profondeur de l'ultrason. Ainsi, seule 1 % de l'énergie risque de se propager en profondeur ; Cela justifie par exemple la mise en place d'un gel entre la sonde et la peau pour éviter cette interférence avec l'air.

L'application de la sonde sur une zone liquidienne (urine par exemple) permettra à la majorité des ultrasons de se propager plus en profondeur. Ce principe trouve son application dans la notion de fenêtre acoustique.

Les interfaces produisant une réflexion maximale sont qualifiées de réflecteurs spéculaires (du latin speculum miroir). Ils produisent une ligne blanche intense facilement repérable. Des réflexions spéculaires apparaissent lorsque l'ultrason rencontre des surfaces lisses et bombées remplies de liquides comme l'amnios entourant l'embryon et le kyste folliculaire. Si au contraire, le faisceau ultrasonore rencontre des surfaces irrégulières ou de petites structures telles des amas de cellules ou des particules en suspension de diamètre inférieur à sa largeur, il se produit une réflexion diffuse non spéculaire. Selon la nature des réflecteurs non spéculaires présents, l'écho enregistré produira une image plus ou moins diffuse et plus ou moins grise que l'on qualifie d'échogénicité. (Prof. Ch. Hanzen2013'2014).

b) La réfraction :

L'écho sera d'autant mieux capté que l'axe de l'onde ultrasonore se rapproche de la perpendiculaire à l'interface (Loi de Snell). Si l'interface rencontrée est oblique, l'onde sera réfléchi et se propagera dans une direction différente de celle du récepteur et aucune information ne sera donc captée directement.(Prof. Ch. Hanzen2013-2014).

C) La diffusion :

Lorsque les dimensions de l'interface rencontrée sont petites en comparaison avec la longueur d'onde, **l'onde ultrasonore est absorbée puis ré-émise dans toutes les directions**. L'élément en question se comporte alors comme une source émettrice selon le même phénomène en optique du faisceau lumineux qui traverse une atmosphère poussiéreuse. L'échostructure des parenchymes est due aux échos diffusés par les multiples hétérogénéités diffusantes de petite taille telles que les capillaires, tissus conjonctifs. (N. HAGENV. GAYRARDP.L. TOUTAIN.2000).

d)L'absorption :

Ce phénomène donne lieu à une décroissance exponentielle de l'intensité de l'onde ultrasonore ou sonore en fonction de la distance parcourue. Les échographistes préfèrent parler d'atténuation qui exprime la perte en intensité par centimètre de tissu traversé par l'onde.

Une fois absorbée, l'onde est transformée en chaleur. A très haute fréquence, si la puissance de la source est importante, les gaz dissous et l'eau peuvent se vaporiser et donner naissance à des bulles de vapeur. Ce phénomène appelé cavitation est utilisé pour détartre les dents par exemple. Cette absorption limite la profondeur d'exploration possible. C'est pourquoi, la fréquence de la sonde doit être adaptée à la profondeur d'exploration souhaitée. (Prof. Ch. Hanzen2013-2014).

II.5 Caractéristiques du faisceau ultrasonore :

Le diagnostic échographique recherche deux types d'informations : la distance séparant le transducteur de la cible explorée et la taille de cette cible. La géométrie d'un faisceau ultrasonore n'est pas constante. Ainsi, le champ ultrasonore émis par un transducteur diverge progressivement et son intensité diminue au fur et à mesure qu'il s'en éloigne. Plusieurs zones peuvent donc être différenciées. La première est appelée champ proche (near field) ou zone de Fresnel. Son diamètre est équivalent à celui de la surface émettrice. Une seconde zone appelée zone focale lui fait suite. Enfin, le champ lointain (far field) ou zone de Fraunhofer, résulte de l'atténuation de l'intensité du faisceau ultrasonore qui en entraîne la divergence.

La résolution est la distance minimale entre deux cibles d'échogénicité différente qu'une sonde peut distinguer. Ces deux cibles peuvent se trouver dans l'axe de propagation du faisceau ultrasonore (résolution axiale) ou lui être perpendiculaire (résolution latérale). Ces deux types de pouvoirs séparateurs dépendent de la taille du cristal, de la fréquence de la sonde et de la distance des structures par rapport à la sonde puisque ces pouvoirs de résolution ne sont pas les mêmes dans les champs proche et lointain. Elle est optimale au niveau de la zone focale que l'on retrouve le long de l'axe à plusieurs centimètres au-dessus et en dessous du point focal. Au-delà de ce point, le faisceau ultrasonore diverge naturellement créant une perte de résolution latérale dans le champ éloigné.

Un mécanisme de réglage existe sur certains types d'appareils, la plupart ayant une zone focale fixe ce qui donne une résolution latérale optimale à une distance fixe. La nouvelle

technologie permet d'avoir des sondes à zones focales multiples déterminées de manière électronique ou la zone focale peut être ajustée à la profondeur désirée. C'est ce que l'on appelle la focalisation acoustique (mécanique, électronique ou dynamique).

Les pouvoirs de résolution sont inversement proportionnels à la fréquence de la sonde émettrice. A l'inverse, et pour rappel on précisera que la profondeur d'exploration est directement proportionnelle à la fréquence de la sonde. (Prof. Ch. Henzen 2013-2014)

II.6 Les modes échographiques :

a) **Mode A** (A pour amplitude) est utilisé pour des mesures précises comme par exemple en ophtalmologie. C'est une méthode de représentation unidimensionnelle. L'écho est représenté en ordonnée par une déflexion d'amplitude et de position variable sur l'axe des abscisses selon d'une part l'intensité de l'écho c.-à-d. la nature de la structure qui lui a donné naissance et d'autre part la profondeur de l'organe c.-à-d. en fait le temps mis par l'écho pour parvenir au récepteur.

b) **Mode B** (B pour Brillance ou Brightness) représente dans les deux dimensions de l'écran les échos sous forme de points de luminosité variable en fonction de l'amplitude (et donc de l'intensité) de ces échos. Ce mode est aussi appelé échotomographie. Le contour de la cible peut donc être apprécié. La construction d'une coupe échographique bidimensionnelle se fait le plus souvent maintenant par la technique du temps réel. En utilisant les appareils à temps réel, l'image mémorisée apparaît instantanément (0,01sec) dès la réception des échos. Elle est dynamique car les échos sont constamment reçus et transposés sur l'écran. Ce mode échographique illustre bien le fait que le champ ultrasonore s'assimile à un couteau. L'image échographique est donc une image aplatie en deux dimensions d'une fine tranche de tissu alors que l'image radiographique est une superposition en deux dimensions de toute l'épaisseur de l'animal ou de l'organe observé.

c) **Mode M** ou TM (Time Motion) La représentation des échos est unidimensionnelle. C'est en fait de l'imagerie de type A en mouvement. Les US balaient la coupe explorée et chaque image échographique se juxtapose à la précédente. L'étude du déplacement d'une cible en fonction du temps est ainsi possible. L'amplitude de l'écho à la différence de son déplacement, n'est plus mesurable. La principale application de cette technique est l'échocardiographie et plus particulièrement l'étude de ses structures internes telles les valvules.(Prof. Ch. Hanzen.2013-2014).

II.7 L'écho structure tissulaire :

La densité différente des tissus composant un organisme vivant sont à l'origine du caractère plus ou moins spécifique de l'image échographique à laquelle ils ont donné naissance. L'identification échographique de toute structure normale ou pathologique, doit comporter l'examen de l'échogénicité de sa structure, de ses limites et des tissus avoisinants.

On distingue trois images de base : l'image tissulaire, l'image de contour et l'image canalaire. L'image tissulaire fait référence à un ensemble tissulaire.

L'image du contour est dite d'interface si elle présente une ligne de séparation entre deux milieux d'impédance acoustique différente sans paroi propre ; elle est dite de cloison si elle provient d'une paroi séparant deux milieux voisins.

L'image canalaire a pour origine les différentes structures canalaire que comporte l'organisme (vaisseaux, canaux des glandes digestives ...). Elle est constituée d'une image tissulaire anéchogène et d'une image de paroi.

On peut distinguer diverses échogénités : hyperéchogène, échogène, hypoéchogène ou anéchogène.

Une structure échogène résulte de la réflexion vers la sonde de l'ultrason par un tissu plus ou moins dense (réflexions non spéculaires) ou de densité différente du tissu avoisinant (réflexion spéculaire).

Les termes hypoéchogènes et hyperéchogènes indiquent respectivement une atténuation et une augmentation de la trame échogène en comparaison avec les tissus avoisinants alors que le terme isoéchogène est utilisé pour décrire une trame échogène semblable au tissu environnant.

Un liquide sera dit homogène lorsqu'il ne contiendra aucune particule solide, tissulaire ou liquide en suspension. C'est le cas de la bile, de l'urine, du sang et du liquide amniotique. Excellent transmetteur sonore, ces liquides apparaîtront comme une zone sans écho (anéchogène) même à saturation c'est-à-dire avec une amplification maximale. Ils présentent par ailleurs, une zone de renforcement postérieur.

Un liquide sera dit non homogène lorsqu'il renferme des particules solides, tissulaires ou des liquides en suspension. C'est le cas du pus ou de débris nécrotiques. L'échogénicité de ces liquides est variable. Il existe également une zone de renforcement postérieur plus ou moins importante. Le tissu mou normal ou pathologique présente toujours une répartition homogène des échos tels le foie, le rein. L'analyse de l'échostructure de ces tissus met en évidence des

zones d'impédance acoustique différente plus ou moins séparées par des parois et qui correspondent à des vaisseaux ou à des dépôts graisseux. Il conviendra donc d'analyser tout à la fois l'échogénicité du tissu exploré ainsi que l'homogénéité de cette échogénicité.

Les structures solides sont des formations denses tels les os, cartilages ou calculs) caractérisés par une impédance acoustique élevée et donc très échogène. La zone très échogène est habituellement suivie d'une zone anéchogène ou puits acoustique Les gaz se comportent comme les structures solides.

Certains organes hypo ou anéchogènes peuvent être utilisé comme "fenêtres acoustiques" l'atténuation des US qui les traversent est faible et ils conservent donc suffisamment d'énergie utile à l'exploration des organes sous-jacents. La vessie remplie ou la rate en constituent des exemples.(Prof. Ch. Hanzen2013-2014).

II.8 Les artéfacts acoustiques :

Toute image qui ne correspond pas à une structure réelle est appelée artéfact.

Les artéfacts résultent d'interférences au niveau des tissus explorés.

La réflexion multiple ou **réverbération** trouve son origine dans le fait que les US rebondissent entre une interface et la sonde émettrice ou entre deux interfaces situées en profondeur. La structure qui donne naissance à l'écho apparaît donc située plus en profondeur qu'elle ne l'est en réalité. Ce qui se traduit par des contours multiples et parallèles (écho de réverbération). C'est le cas lorsque de l'air se trouve entre la sonde et le plancher du rectum. L'air ne laisse pas passer l'ultrason. Celui-ci sera alors fortement réfléchi à l'interface du lubrifiant et de l'air. L'écho ainsi produit sera réfléchi à son tour par la surface et la sonde elle-même pour pénétrer une deuxième fois, une troisième fois et ainsi de suite jusqu'à ce que l'ultrason soit complètement atténué. Apparaîtra alors à l'écran une série de lignes parallèles à intervalles réguliers constituant de multiples réflexions ou la distance entre chaque ligne correspond à la distance entre l'air et la sonde. Chaque ligne de réverbération est plus faible que la précédente à mesure que l'écho perd de son intensité. Pour éliminer la réverbération due à un espace d'air, on peut soit changer la position de la sonde ou ajouter du lubrifiant. Semblable artéfact de réverbération peut s'observer lorsque les interfaces sont de plus petites dimensions (bulles d'air, de gaz, plombs de chasse, aiguille...). Se forme alors un artéfact dit en queue de comète

Lorsque l'ultrason est réfléchi sur une surface spéculaire, il sera dévié vers des structures adjacentes et produira dans certains cas un double de cette structure appelée **image en miroir**. Cet artéfact se produit quand l'ultrason rencontre une surface lisse et courbe comme l'intestin, le rumen ou le diaphragme ou quand le rumen ou l'intestin sont distendus par du gaz.

Lorsque l'écho rencontre une structure fortement échogène (os, calcul, air), il se crée au niveau de sa surface postérieure une zone d'**ombre acoustique** empêchant l'exploration des organes sous-jacents. Cela se produit également dans la zone focale quand l'ultrason rencontre une particule plus grande que la largeur du faisceau. De même, lorsque l'US est dévié de sa trajectoire en rencontrant les marges d'une structure sphérique comme un follicule, il se produit une zone d'ombrage de rebord appelée réfraction.

L'intensification acoustique survient lorsque l'US traverse une structure laissant passer facilement les ondes comme une structure liquidienne. L'US est moins atténué et l'écho résultant du bord postérieur de la structure sera plus intense et apparaîtra comme une

zone hyperéchogène dite de **renforcement postérieur**.

L'image échographique est optimale si l'incidence de l'US est plus ou moins perpendiculaire à la cible explorée. C'est la raison pour la quelle les bords latéraux de structures arrondies apparaissent mal définis. La représentation complète de telles structures nécessite le déplacement de la sonde.

Tout mouvement de l'animal ou de la sonde peut être à l'origine d'une distorsion de l'image échographique se traduisant par l'apparition de lignes horizontales(Prof. Ch. Hanzen2013-2014).

II.9 Effets biologiques des ultrasons :

Comme toute énergie, l'énergie ultrasonore est susceptible d'avoir des effets biologiques. Des effets délétères n'ont cependant pas été constatés aux intensités utilisées pour le diagnostic (3 à 10 mW / centimètre carré) ou dans un but thérapeutique

(0,5 à 3 W /centimètre carré). Dans la pratique, les risques biologiques sont très faibles, puisque le temps d'émission des US ne représente que la millième partie du temps d'utilisation de l'échographe (1 microseconde toutes les secondes) soit 3,6 secondes par heures de travail.

L'absorption des US par le milieu traversé en provoque l'augmentation de température. La chaleur ainsi produite est ce pendant rapidement dissipée par les liquides de l'organisme et n'entraîne pas d'augmentation de la température corporelle.

La cavitation constitue un autre effet biologique des US. Tous les liquides contiennent normalement des bulles de gaz microscopiques. Sous l'effet mécanique des US, la taille de ces bulles augmente de façon constante jusqu'à l'éclatement (cavitation transitoire) ou au contraire conserve une même dimension (cavitation propre stable). Il en résulte la formation de cavités de résonance possédant une fréquence de vibration susceptible d'avoir des effets sur les membranes cellulaires et les molécules biologiques. L'énergie libérée par l'éclatement des bulles formées peut également modifier le milieu environnant. Cet effet de cavitation requiert cependant l'utilisation d'US de fréquence élevée.

Certains effets chimiques, tels l'accélération des réactions ou la rupture de macromolécules tels les polysaccharides ont également été observés.

Aux intensités habituellement utilisées, les US n'entraînent aucun effet tératogène. (Prof. Ch. Hanzen2013-2014).

II.10 Réglages de l'appareil et manipulations de la sonde :

Classiquement, l'examen échographique se réalise par voie transrectale. La sonde éventuellement recouverte d'un gant sera introduite dans le rectum débarrassé des matières fécales qu'il renferme. La voie transabdominale peut être utilisée lors d'examen échographique de l'utérus dans le dernier tiers de la gestation. La voie transvaginale est réservée à la ponction folliculaire.

a) **L'animal** sera contentonné de manière à éviter ses déplacements latéraux et antéropostérieurs.

b) **L'écran de l'échographe** sera placé dans un endroit aussi sombre que possible pour faciliter l'interprétation de l'image échographique obtenue. Au besoin, un para soleil sera utilisé. Il sera placé à gauche si le manipulateur est droitier et à droite s'il est gaucher.

L'examen échographique suppose une **connaissance minimale** de la topographie du tractus génital et des structures ovariennes normales et pathologiques. Par ailleurs, une expérience de la propédeutique manuelle du tractus génital constitue un avantage certain.

c) **La sonde** sera maintenue entre le pouce et le majeur, l'annulaire et l'auriculaire de la main droite ou gauche restant libres pour les manipulations de l'ovaire et de la corne utérine.

Elle sera déplacée lentement en surface des structures explorées. Il conviendra de maintenir un contact aussi étroit que possible entre la sonde et le plancher du rectum. Classiquement deux types de mouvements peuvent être opérés avec la sonde. Le glissement sera le plus souvent antéropostérieur en surface de la corne utérine. Le pivotement de la sonde permettra à un endroit donné de balayer l'organe ou la partie de l'organe exploré. Lorsque la sonde bouge, le remplacement rapide des coupes tissulaires superposées les unes aux autres donne l'impression de mouvements comme un dessin animé. De même, en gardant la sonde stable, on aura l'impression d'un mouvement dans l'organe observé si l'animal bouge. Enfin, si la sonde et l'animal sont stables, on pourra déceler un mouvement réel comme les battements cardiaques du fœtus ou son mouvement.

La profondeur d'exploration des ovaires dépend de l'état de gravidité ou non de l'animal.

Ces manipulations permettront de réaliser trois types de coupes : longitudinale, sagittale et transversale.

Plusieurs recommandations peuvent être formulées à l'encontre de l'utilisation d'une sonde échographique. Après utilisation, il convient de nettoyer la sonde au moyen d'une solution détergente et antiseptique. On évitera d'utiliser des produits à base d'alcools ou d'acides qui ne détruisent pas les spores bactériennes et sont inactifs en milieu organique. Les produits à base d'aldéhydes sont peu efficaces contre les spores bactériennes, sont cancérigènes et potentiellement toxiques. Les produits iodophores et oxydants sont également inactivés en présence de matière organique. De même, les ammoniums quaternaires sont inactifs dans les produits organiques et contre les spores et les virus non enveloppés.

L'introduction de la sonde dans le doigt d'un gant en plastic impliquera d'y mettre au préalable du gel pour en assurer le contact et éviter la présence de bulles d'air. (Prof. Ch. Hanzen2013-2014).

III.Méthodologie de l'examen échographie :

La contention de la vache doit être efficace, l'examen doit être effectué à l'ombre, l'échographe doit être équipé d'un pare-soleil lorsque le soleil gêne la lecture de l'écran cathodique.

Chez la vache, la profondeur des organes génitaux (30-40 cm) ne permet pas leur visualisation de l'extérieur par échographie car les ondes ultrasonores ont un faible pouvoir de pénétration (de l'ordre de 8-10 cm pour une fréquence de 5 MHz). En revanche, en introduisant une sonde dans le rectum, on approche suffisamment l'appareil génital situé juste au-dessous de la paroi rectale.

Une exploration transrectale préliminaire permet de repérer la position de l'appareil génital et de noter d'éventuelles modifications anatomiques. Pour cela, la main et le bras sont recouverts d'un gant protecteur soigneusement lubrifié. La main gantée dilate progressivement le sphincter anal et vide le plus complètement possible le rectum des fèces qu'il contient. Tout d'abord, le balayage de l'entrée du bassin avec la main ouverte permet de localiser le col de l'utérus. Après avoir localisé le col, dans son prolongement, la bifurcation des cornes utérines est détectée.

La sonde étanche est enveloppée d'une gaine sanitaire plastique enduite de gel sur la face apposée aux cristaux. La main gantée lubrifiée introduit la sonde dans le rectum et la maintient posée sur la muqueuse du plancher du rectum. Il faut veiller à ce que la sonde soit en contact permanent avec la muqueuse rectale. Des artefacts sous la forme de zones d'ombre peuvent résulter d'un mauvais contact de la sonde avec la muqueuse. Dans ce cas, il faut retirer la sonde, vidanger à nouveau l'ampoule rectale, effacer la contraction en saisissant l'onde de muqueuse et en la tirant vers l'anus.

La progression de la sonde dans l'ampoule rectale permet de visualiser les organes sous-jacents. Il est nécessaire de procéder de façon systématique dans la progression et le déroulement de l'examen échographique.

La vessie est le premier organe repéré, Sa forme est caractéristique, oblongue ou circulaire, de même que l'absence de zone échogène dans sa cavité. La vessie présente l'image typique d'un organe creux rempli de liquide et anéchogène.

Sous la vessie, les constituants osseux du bassin apparaissent comme une structure très échogène de quelques millimètres d'épaisseur.

Le cervix est facile à localiser en raison de la réponse échogène intense des plis circulaires et du fort écho linéaire horizontal au centre du col (canal cervical).

Le corps utérin et les cornes utérines se voient immédiatement en avant généralement sur la ligne médiane. Une sonde linéaire appliquée dorsalement sur l'utérus et émettant un faisceau d'ultrasons dorso-ventral donne une coupe longitudinale de l'utérus. En faisant osciller la sonde vers la droite et la gauche, on découvre les deux cornes utérines.

La bordure des cornes apparaît comme une étroite ligne peu échogène séparant la paroi utérine de son entourage un peu plus échogène. La section de la paroi utérine apparaît en tons gris et avec une structure granuleuse variable. Au centre, la muqueuse endométriale étroitement accolée forme une ligne claire. Selon la phase du cycle, des zones anéchogènes de quelques millimètres peuvent être observées dans la lumière utérine. Ces zones anéchogènes correspondent à l'accumulation de mucus au moment de l'œstrus. Le fait que l'on puisse observer des liquides dans l'utérus non gravide est d'une grande importance pour le diagnostic échographique précoce de la gestation. Il ne faut pas considérer les collections liquides intra-utérines comme un signe certain de gestation. Cela n'est autorisé que si l'on peut identifier fiablement des structures embryonnaires. Une stratification (hétérogénéité) de la paroi utérine avec une zone proche de la lumière utérine moins échogène et une zone périphérique plus échogène est observée pendant les phases de proœstrus, œstrus et metoœstrus. L'œdème des couches superficielles de tissus et l'accumulation de sécrétions diminuent l'échogénicité de la portion interne de la paroi utérine et sont responsables de l'hétérogénéité de la structure de la paroi utérine.

Dans un plan de coupe, plusieurs sections de corne utérine peuvent être observées en raison de l'enroulement de la corne sur elle-même. Des examens échographiques de l'utérus au cours du cycle oestral ont mis en évidence une variation du nombre de sections transversales de cornes utérines observées simultanément dans un plan de coupe (Pierson et Ginther, 1988. *Theriogenology* 29 : 21-37). Selon ces auteurs, le nombre diminue avant l'ovulation et augmente entre le jour de l'ovulation et le 6^{ème} jour du cycle puis reste à peu près constant jusqu'au 16-17^{ème} jour du cycle.

L'augmentation du nombre de sections transversales des cornes utérines sur un plan de coupe après l'ovulation traduit les modifications de la morphologie des cornes qui sont déroulées pendant l'œstrus et très enroulées pendant le diœstrus sous imprégnation progestéronique. A ce titre, l'image échographique des cornes utérines peut être utilisée comme un indicateur biologique de la nature oestrogénique ou progestéronique de l'exposition hormonale du tractus génital. (Wéré PITALAI. (Octobre 2012)).

IV.Images de gestation précoce :

La vésicule embryonnaire bovine peut être détectée avec une sonde de 7.5MHz dès le 9ème jour suivant le jour de l'ovulation (J0) et dès le 12ème jour avec une sonde de 5MHz. La vésicule se présente à ce moment sous la forme d'une zone anéchogène de 2mm de hauteur et de 7 à 12mm de longueur. Elle est sphérique dans 73% des cas et ovale dans 27% des cas. Cependant, l'échographie à ce stade de la gestation ne possède pas un degré d'exactitude suffisant que pour en envisager une application routinière.

Alors que son diamètre demeure constant (2 à 4 mm en moyenne) entre le 12ème et le 20ème jour de gestation, la vésicule embryonnaire subit au cours de cette période une importante élongation qui l'amène à occuper entièrement la corne ipsilatérale au corps jaune vers le 17ème jour suivant l'ovulation. L'entièreté de la corne contralatérale est occupée par la vésicule entre le 20ème et le 32ème jour de gestation. Il existe une grande variabilité dans le degré d'élongation de la vésicule embryonnaire qui, au 16ème jour de gestation, peut-être d'une longueur comprise entre 70 et 240 mm de longueur. Cette élongation est nécessaire pour augmenter la surface de contact entre la vésicule embryonnaire et l'endomètre.

Vers le 19ème jour, un renflement de 3 mm environ d'épaisseur, situé plus ou moins à l'endroit de localisation future de l'embryon, apparaît vers le milieu de la corne ipsilatérale. Ce renflement correspond à l'allantoïde qui remplit l'intégralité du sac chorionique de la corne ipsilatérale vers le 32ème jour de gestation.

L'amnios est identifiable vers le 30-32ème jour de gestation a détection avant le 30ème jour est impossible à cause de son accollement étroit avec l'embryon. Le contenu de l'amnios est anéchogène durant les deux premiers mois de la gestation. A la fin du second mois, quelques zones plus échogènes sont souvent visibles. Le contenu de l'amnios devient alors progressivement plus échogène.

L'allantoïde, par contre, est anéchogène durant la première moitié de la gestation, son échogénicité augmentant à partir du 6ème mois de gestation.

Les placentomes ont vers le 35ème jour de gestation une longueur moyenne de 6 mm et une épaisseur de 2mm. Ils se présentent sous forme de petits renflements de la paroi utérine. Au 60ème jour de gestation leur longueur est d'environ 20mm. (Taverne *et al.* 1985 ; Hansen et Delsaux, 1987 ; Szenci *et al.* 1995).

V.Caractéristiques échographiques générales de l'embryon :

L'embryon peut être détecté au plus tôt vers le 20ème jour de gestation avec une sonde de 5 MHz. Il se présente à ce moment sous la forme d'une ligne plus échogène d'environ 4mm de longueur. Cependant, sa détection ne devient cependant habituellement effective que vers le 28ème jour de gestation.

Les premiers battements cardiaques peuvent être détectés aux environs du 21ème jour de gestation. La fréquence cardiaque est à ce moment d'environ 190 battements par minute. Entre le 25ème et le 60ème jour de gestation, celle-ci est comprise entre 150 et 170 battements par minute et entre 130 et 140 battements par minute au cours des 3 derniers mois de la gestation. Il faut cependant noter la présence de grandes variations individuelles ainsi que des variations d'un jour à l'autre. La visualisation des battements cardiaques est un signe important de détermination de la viabilité de l'embryon ou du fœtus.

Entre les jours 22 et 30, l'embryon présente une configuration en C résultant de la flexion de ses parties antérieures et postérieures. Au cours de la semaine suivante, l'allongement du cou et le redressement de la tête de l'embryon contribuent à lui donner un aspect en L.

Dans les semaines qui suivent, diverses modifications de l'embryon, du fœtus et de leurs enveloppes peuvent être identifiées par échographie.

Précocité de la détection des structures embryonnaires et placentaires (Génisses laitières, sonde de 5MHz) (Adapté d'après Curran et al. 1986).

VI. Détermination du sexe fœtal :**1. Rappels d'embryologie :**

L'appareil génital externe (fourreau et pénis chez le mâle et lèvres vulvaires et clitoris chez la femelle) résultent de l'évolution de deux structures spécifiques que sont le tubercule génital et les bourrelets urogénitaux, structures présentes dans les deux sexes au stade indifférencié.

A partir du 40ème jour de gestation, le tubercule génital s'allonge ventralement. Cet allongement s'accompagne de l'apparition en région basale du tubercule, des replis ou bourrelets urogénitaux. Plus latéralement, les zones labioscrotales (labioscrotal swelling)

donneront chez le mâle le scrotum et les grandes lèvres chez la femelle. A ce stade soit vers le 47ème jour de gestation, le tubercule génital se trouve localisé plus ou moins à mi-distance entre l'ombilic et la base de la queue.

Chez le mâle, le tubercule génital va s'allonger vers l'avant c.-à-d vers la région ombilicale qu'il atteint vers les 56-58 ème jours de gestation. Cette migration se traduit donc chez le mâle par une augmentation de la distance entre la queue et le tubercule génital. Suite à cette migration du tubercule génital, les bourrelets urogénitaux sont maintenus en position caudale par rapport au tubercule. Progressivement, ils fusionnent pour former le canal de l'urètre et le prépuce.

Les testicules se retrouvent, après migration, dans le scrotum vers le 140ème jour de gestation.

Chez la femelle, le tubercule génital migre vers la région caudale où il est identifié vers le 54ème jour. Il donne naissance au clitoris. Les bourrelets urogénitaux ne fusionnent pas et donneront naissance aux petites lèvres. (Taverne *et al.* 1985 ; Hansen et Delsaux, 1987 ; Szenci *et al.* 1995).

2. Principes du sexage par échographie :

Le sexage se base sur la détermination de la localisation du tubercule génital par rapport au cordon ombilical ou à la queue du fœtus.

Le tubercule génital peut dès le 40ème jour de gestation être mis en évidence sur une coupe frontale, sagittale ou, plus aisément, transversale de l'embryon. Le tubercule se présente sous la forme d'une structure hyperéchogène, bilobée, chaque partie ayant une forme ovale dont les extrémités peuvent se rejoindre donnant au tubercule une forme en V. L'identification de la tête du fœtus, du battement cardiaque, de la pulsation du cordon ombilical, des membres postérieurs et de la queue rend plus aisé celle du tubercule génital. Latéralement, à mi-distance entre le tubercule génital et l'ombilic, on peut identifier les bourrelets génitaux.

Vers le 47ème jour de gestation, on peut noter chez le mâle un changement d'apparence du tubercule génital. La structure bilobée observée plutôt durant la gestation fait place à une structure quadrilobée à la suite de la visualisation du tubercule génital et des bourrelets urogénitaux à l'origine respectivement du pénis et du prépuce. Cette structure à l'origine du

scrotum apparaît sous la forme de deux petites lignes blanches de part et d'autre de la ligne médiane entre les membres postérieurs.

La localisation du tubercule génital peut être évaluée par l'attribution d'une cote de 1 à 5 (1 : localisation près de la région ombilicale, 2 : à mi-distance entre l'ombilic et les membres postérieurs, 3 : entre les membres postérieurs, 4 : à mi-distance entre les membres postérieurs et la queue, 5 : sous la queue).

La détermination du sexe basée sur la mise en évidence du tubercule génital est possible dans l'espèce bovine entre le 50ème et le 100ème jour de gestation. Idéalement cependant le diagnostic est effectué entre le **55-60ème et les 65-70 ème jours** de gestation. En effet, avant le 55ème jour, il est difficile de déterminer la position antérieure (mâle) ou postérieure (femelle) du tubercule génital. Au-delà des 100 à 120 ème jours de gestation, la position déclive du fœtus en rend la détermination du sexe difficile voire impossible.

La détermination du sexe fœtal basée sur la mise en évidence (mâle) ou non (femelle) du renflement scrotal renfermant les testicules ou sur l'identification des bourgeons mammaires chez la femelle est également possible entre le 73ème et le 120ème jour de gestation.

La détermination échographique du sexe fœtal par un clinicien expérimenté requiert moins de 2 minutes en moyenne. Elle peut être réalisée avec un degré d'exactitude compris entre 94 et 100 %.

Le diagnostic du sexe reste possible, surtout après 90 jours, par mise en évidence du scrotum et des testicules chez le male et des quatre bourgeons mammaires chez la femelle.

Mais chez certaines vaches, l'utérus descend précocement dans la cavité abdominale et il n'est pas toujours facile d'examiner par échographie la région postérieure du fœtus.(TAINTURIE D.al.1988).

DEUXIEME PARTIE :

ETUDE EXPERIMENTAL

Introduction :

Cette partie pratique concerne l'application d'une série d'examen échographique pour le diagnostic de gestation et déterminer le sexe des embryons sur 07vaches.

I. Région d'étude :

Cette étude pratique a en lieu au niveau de ferme de Bouchegouf wilaya Guelma, du mois d'avril au mois de mai de l'année en cours.

En pratique sur 07vaches de race Holstein ont fait l'objet d'un examen échographique suite à des inséminations artificielles.

II. Matérielles et méthodes :

- une échographie portable de type **wed 3000** de sonde linéaire avec une fréquence de **6,5 MHz**.
- du gel à ultrasons.
- Les gants protecteurs d'exploration transrectale à usage unique.

Pour la contention se fait par le propriétaire si non par une pince mouchet.

- L'opérateur port un gant de fouille bien lubrifier avant commence à l'examen il tranquilisé la vache par passe la main doucement sur le dos de partie antérieur jusque la partie postérieur avec lubrifier la partie de l'anus.
- La main se forme de bec d'oiseau et fait un mouvement de pronation supination ou demi-rotation.
- Fait une marche de sécurité entre le propriétaire et la vache au minimum 0,75cm à 1m pour éviter les coud pied
- Application du gel sur la sonde puis la protéger par son introduction dans un gant de fouille qui a son tour est recouvert de gel, afin d'augmenter la surface de contact de la sonde avec la muqueuse du rectum, pour voire une image échographique de bonne qualité et limiter par conséquent l'incidence des artéfacts.
- Introduire la main et dégager la queue de vache à cote t'elle manière qui non dérange pas.
- Exciter le rectum et faire sortir la main pour provoquer la déification ou par méthode de raclage pour éviter l'entrée de l'air qui provoquer le pneumo rectum (dilatation de rectum) qui rendre impossible de palper l'utérus par la main.

Deuxième partie : étude expérimental

- Une fois le tractus génital est repéré, l'opérateur prendre la sonde entre les trois doigts (pouce l'index et le majeur), et introduire la sonde au préalable lubrifier.
- Une fois à l'intérieur, repérer en premier lieu la vessie et l'os de la symphyse pubienne, ensuite placer la sonde au niveau de la bifurcation de deux cornes puis pivoter la sonde de chaque côté afin d'examiner les cornes utérines d'une part et les ovaires d'autre part.
- Une fois l'examen terminé, retirer avec précaution la sonde pour ne pas blesser l'animal, et changer de gant pour l'opérateur et pour la sonde (usage unique) à chaque examen envisagé.



(Figure 1) : Echographe vétérinaire wed 3000



(figure 2) : boî d'gants de fouille rectale



(Figure 3) : gel à ultrasons



(figure 4) : la sonde linéaire



(Figure 5) : dégager la matière fécale



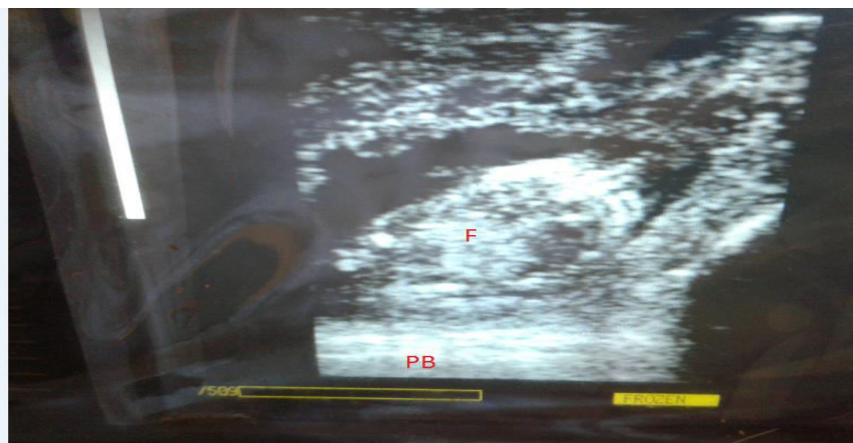
(figure 6) : introduire la sonde



(Figure 7) : image échographique



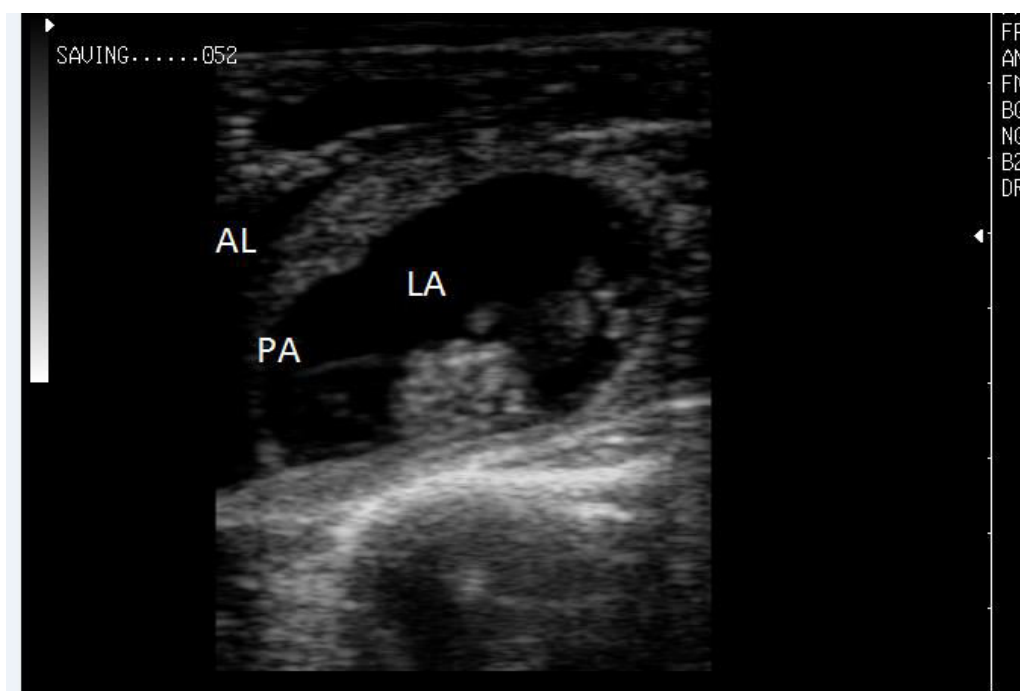
(Figure 8): (F) Fœtus, (CT) Cotylédons



(Figure 9) : (F) foetus, (PB) planché de bassin



(Figure 10) : (q) : la queue, (T) : tubercule génitale femelle



(Figure 11) : (PA) : paroi amniotique, (LA) : liquide amniotique, (AL) allantoïde



(Figure 12) : le cordon ombilical



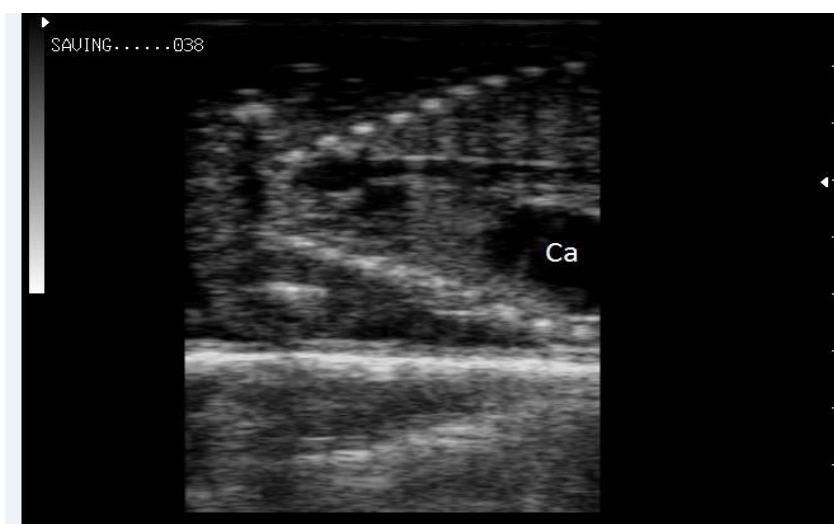
(Figure 13) : la tête*(Cr) crane, (Go) globe oculaire, (Minf) mâchoire inférieure, (E) encolleur*



(Figure14). Partie de fœtus : (C) cou, (CV) colonne vertébrale, (CT) cage thoracique



(Figure15) : cotylédons



(Figure 16) : (Ca)cailllette



(Figure 17) :cordon ombilicale

III. Résultats :

Tableau 3 : Dates des inséminations et de l'examen échographique des 07 vaches examinées.

N° des vaches	Vache 1	Vache 2	Vache 3	Vache 4	Vache 5	Vache 6	Vache 7
Date de L'IA	24-02-17	03-03-17	26-03-17	19-02-17	05-03-17	06-03-17	20-04-17
Examen Echographique	Le 20-04- 2017	Le 15-05-2017, pour toutes les vaches					

Tableau 4 : Résultats du Diagnostic Echographique.

Vaches	Diagnostic Echographique
Vache 1	Gestante, on' a pas déterminer le sexe
Vache 2	Gestante, on' a pas déterminer le sexe
Vache 3	Gestante, le sexe femelle
Vache 4	Gestante, on' a pas déterminer le sexe
Vache 5	Gestante, on' a pas déterminer le sexe
Vache 6	Gestante, on' a pas déterminer le sexe
Vache 7	Gestante, on' a pas déterminer le sexe

IV. Discussion :

1) Vache 1 :

Les résultats obtenus suite à l'examen échographique réalisé **56** jours après L'IA, montrent que cette vache est gestante (**figure 7**).

2) Vache 2 :

Les résultats obtenus suite à l'examen échographique réalisé **74** jours après L'IA, montrent que cette vache est gestante (**figure 8**). On remarque que la partie inférieure en blanc (hyperéchogène) c'est le bassin, parce que l'utérus dans cette période reste sur le bassin. (**Figure 9**) Aussi les cotylédons bien visibles, et on voit nettement le liquide amniotique anéchogène et les battements cardiaques.

3) Vache 3 :

Les résultats obtenus suite à l'examen échographique réalisé **51** jours après L'IA, montrent que cette vache est gestante (**Figure 10**). On remarque nettement l'allantoïde, la paroi amniotique et le liquide amniotique (l'amnios) qui est anéchogène (**Figure 11**), les battements cardiaques bien visibles, on voit deux points blancs comme de ris à base de la queue c'est les précurseurs de la verge chez la femelle (**Figure 10**).

4) Vache 4 :

Les résultats obtenus suite à l'examen échographique réalisé **86** jours après L'IA, montrent que cette vache est gestante (**Figure 12, 13, 14**). On voit la tête bien nette, les yeux, les membres, le sabot, la cage thoracique (**Figure 14**), et le cordon ombilical, aussi observe deux veines, on voit une partie de fœtus parce qu'elle est plus grande que la sonde.

5) Vache 5 :

Les résultats obtenus suite à l'examen échographique réalisé **74** jours après L'IA, montrent que cette vache est gestante (**Figure 15**). On remarque les cotylédons bien visibles et le fœtus de taille plus grand que la sonde, voir la veine ombilicale, et deux artères.

6) Vache 6 :

Les résultats obtenus suite à l'examen échographique réalisé **73** jours après L'IA, montrent que cette vache est gestante (**figure 16**). On observe le fœtus plus grande que la sonde. Le contour de la caillette bien visible, et les cotes.

7) Vache 7 :

Les résultats obtenus suite à l'examen échographique réalisé **57** jours après L'IA, montrent que cette vache est gestante (**figure 17**). les cotylédons, le cordon ombilical, le cœur, la paroi de l'allantoïde.

CONCLUSION

Notre travail nous a permis pour la première fois et en tant qu'étudiant d'introduire et de manipuler avec l'échographe comme moyen de diagnostic et de sexage très précoce. Ainsi de tester et de pratiquer et de lire les différentes images fournis par l'échographe, matériel de paraclinique et qui rapporte beaucoup pour le clinicien vétérinaire.

Résumé

Le présent travail a été réalisé au niveau de l'unité d'élevage bovine de Bouchegouf ; sur sept vaches laitières de race Holstein, dans le but de diagnostiquer la gestation et déterminer le sexe de fœtus.

Suite aux différents examens échographiques réalisés, les sept vaches sont diagnostiquées gestantes, et une seule vache qui détermine le sexe du fœtus.

Au vu des résultats, nous pouvons dire que l'examen échographique est un outil incontournable pour le suivi de la reproduction chez les vaches laitières.

MOTS CLES : Vache laitier, diagnostic de gestation, examen échographique, sexage.

Abstract

This work was carried out at the level of the Bouchequof bovine breeding unit, On seven Holstein dairy cows, with the aim of diagnosing gestation and determining the sex of fetuses.

Following the various ultra sound examinations performed, The seven cows are diagnosed pregnant, And one cow that determines the sex of the fetus.

In view of the results, We can say that ultra sound examination is an essential tool for the monitoring of reproduction in dairy cows.

KEYWORDS: dairy cow, Pregnancy diagnosis, Ultrasound examination, sexing.

ملخص

أنجز هذا العمل على مستوي وحدة تربية البقر الحلوب الواقعة ببوشقوف، حيث تم فحص سبعة أبقار حلوب، وذلك لتشخيص الحمل وتحديد جنس الجنين.

وبعد إجراء الفحوص بالموجات فوق الصوتية المختلفة كل الأبقار التي تم تشخيصها حامل، وواحدة فقط تم فيها تحديد جنس الجنين.

وفي ضوء هذه النتائج، يمكن أن نقول أن الفحص بالموجات فوق الصوتية هو أداة أساسية ترصد التكاثر عند البقر الحلوب.

الكلمات الرئيسية: بقرة، تشخيص الحمل، الفحص بالموجات فوق الصوتية، الجنس.

REFIRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- **PAREve,Marie BOIN.** Née le 24 mai 1975 à Bourges (18)**ATLAS D'ECHOGRAPHIES EN GYNECOLOGIE BOVINE.THESE** pour le DOCTORAT VETERINAIRE.
- **Wéré PITALA1, 5*, Moussa ZONGO2, Hamidou BOLY3, Noelita Melo de SOUSA4, Laya SAWADOGO2, Pascal LEROY4, Jean-François BECKERS4 et Messanvi GBEASSOR5.** (October 2012). **APPLICATION DE L'ECHOGRAPHIE EN REPRODUCTION CHEZ LE ZEBU GOUDALI,** AVILABLE ONLINE AT <http://ajol.info/index.php/ijbcsInt>.
DOI:<http://dx.doi.org/10.4314/ijbcs.v6i5.15>
<http://indexmedicus.afro.who.int> .
- **Prof. Ch.HANZEN Année 2013-2014.Applications de l'échographie à la reproduction des ruminants.Site:**
<http://www.therioruminant.ulg.ac.be/index.html>
Publications : <http://orbi.ulg.ac.be/>.\$
AUTEUR : Jutta Berger. (2014) (jbg@swissgenetics.ch)
www.swissgenetics.ch www.la-vache-fertile.ch.
- **A.-J. LANARÈS.** Présentée et soutenue le 23 juillet 1870,**THÈSE POUR LE DIPLOME DE MÉDECIN VÉTÉRINAIRE.ÉCOLE IMPÉRIALE VÉTÉRINAIRE DE TOULOUSE DE LA GESTATION CHEZ LA VACHE.**
- **CONÇU ET RÉALISÉ PAR : ECKINOX MÉDIA.TOUS DROITS RÉSERVÉS 2016 CLINIQUE VÉTÉRINAIRE SAGAMIE.**
- **TAINTURIER D., BIENIF., BRUYAS J.F., BATTUT I., BENCHARIF D. (1988).DIAGNOSTIQUE DE GESTATION CHEZ LA VACHE PAR ECHOTOMOGRAPHIE : APPLICATION AU DIAGNOSTIC DU SEXE.**

- (N. HAGENV. GAYRARD P.L. TOUTAIN.2000).**L'ECHOGRAPHIE DE L'APPAREIL GENETALE DE LA VACHE.**
- WOLFGANG KAHN.2001.**ATLAS.DE DIAGNOSTICS ECHOGRAPHIQUES.**
- **HANZEN C. et GOFFIN L. (1998)-** Application de l'échographie à la ponction des follicules ovariens. Ann. Méd. Vét., 142, 81-91.
- JP Renard, Y Heyman.(Reçu le 14 septembre 1991 ; accepté le 15 novembre 1991).**Développement embryonnaire et clonage chez les mammifères.**